



TANTANGAN DAN SOLUSI APLIKASI TELEVISI WHITE SPACE DI INDONESIA

Kiki Prawioredjo & Tjandra Susila

Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti

Jl. Kiai Tapa No 1, Grogol, Jakarta Barat 11410

E-mail: kikiprawioredjo@yahoo.co.id

ABSTRACT

Television White Space (TVWS) are television channels that are not used by any licensed services in a particular location and a particular time. To improve the efficiency of the TVWS spectrum, regulators have begun to develop regulations to allow the use of TVWS by unlicensed wireless devices as long as they do not interfere with any licensed service. This article describes TVWS regulatory status in the US and Europe, analyzes the problems and explains the coexistence in TVWS coexistence mechanisms that exist to improve the TVWS coexistence as the input to the government and TVWS users in Indonesia in the future. In metro areas in Indonesia TVWS can solve the lack of frequency spectrum for wireless communication network such as Wi-Fi or smart phone. In underdeveloped area in Indonesia, TVWS system is needed to develop an internet or to monitor catastrophic events as an early warning system.

Keywords: TVWS, spectrum, coexistence, wireless

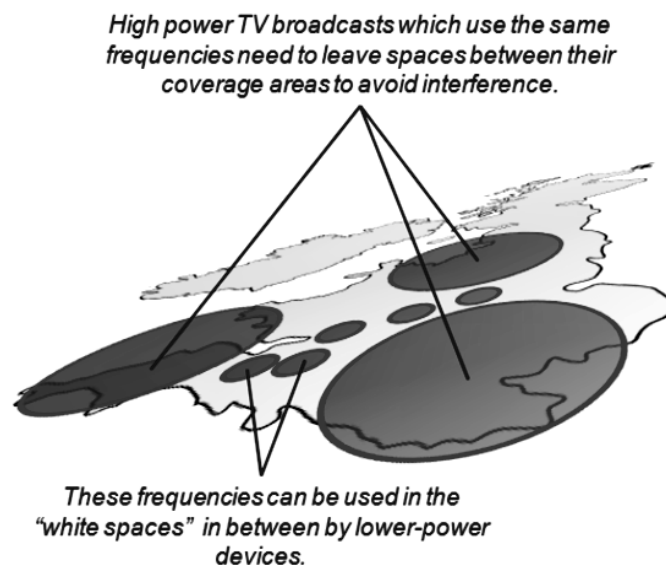
ABSTRAK

Televisi White Space (TVWS) adalah kanal televisi yang sedang tidak digunakan oleh pemancar yang berlisensi pada tempat dan waktu tertentu. Untuk meningkatkan efisiensi spektrum TVWS, para regulator dunia mulai mengizinkan penggunaan TVWS oleh peralatan nirkabel yang tidak berlisensi selama mereka tidak mengganggu pemancar yang berlisensi. Pada artikel ini dijelaskan status regulasi TVWS di Amerika dan Eropa, masalah-masalah koeksistensi pada TVWS dan mekanisme untuk memperbaiki koeksistensi pada TVWS yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah maupun pengguna TVWS di Indonesia dimasa depan. Di daerah perkotaan di Indonesia TVWS diperlukan untuk memecahkan masalah kekurangan spektrum frekuensi dengan berkembangnya pengguna jaringan komunikasi nirkabel seperti wi-fi maupun telepon pintar. Sistem TVWS diperlukan untuk membangun jaringan internet atau memantau bencana alam sebagai sistem peringatan dini di daerah yang belum berkembang di Indonesia.

Kata kunci : TV White Space, spektrum, koeksistensi, nirkabel

1. PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini para regulator dunia mulai menyediakan spektrum baru dengan memperbolehkan akses sekunder pada spektrum berlisensi yang tidak digunakan, dimulai dengan kanal televisi pada pita *VHF* dan *UHF*. Bagian yang tidak digunakan pada spektrum TV tersebut disebut sebagai *TV White Space* dan peralatan nirkabel yang bekerja pada TVWS disebut *White Space Device (WSD)*. WSD dapat menggunakan spektrum ini bila sedang tidak digunakan oleh pengguna berlisensi. Pengguna berlisensi dapat mengakses spektrum dengan prioritas utama setiap waktu dan dilindungi dari interferensi pengguna sekunder. Pada Gambar 1 diperlihatkan penggunaan teknologi TVWS pada suatu area.



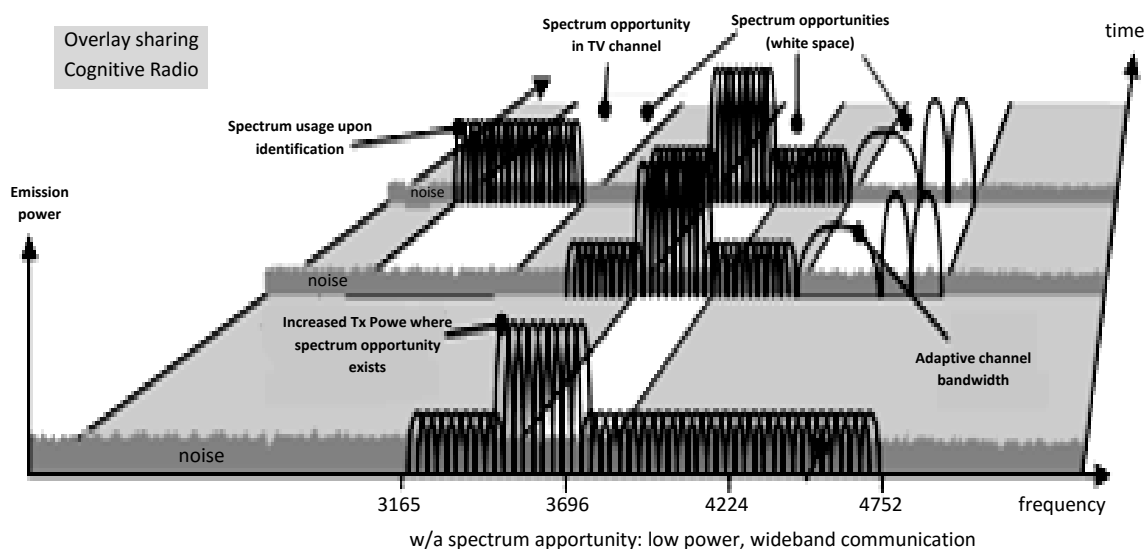
This map illustrates how white space technology could work

Gambar 1. Ilustrasi teknologi TVWS [1]

Alokasi frekuensi yang dapat digunakan pada teknologi TVWS diperlihatkan pada Gambar 2 dimana kemungkinan spektrum frekuensi dari kanal televisi yang dapat dipergunakan sebagai TVWS diperlihatkan pada waktu spektrum frekuensi tersebut tidak digunakan oleh pemancar televisi yang berlisensi.

Dengan berkembangnya sistem komunikasi nirkabel di kota-kota besar di Indonesia semakin dirasakan perlunya pengaturan spektrum frekuensi yang lebih

efisien oleh pemerintah sehingga dapat memenuhi kebutuhan komunikasi nirkabel tersebut. TVWS adalah salah satu cara yang digunakan untuk memecahkan masalah kekurangan spektrum frekuensi pada sistem komunikasi nirkabel yang dikembangkan oleh negara-negara maju di Amerika dan Eropa. Sistem TVWS dapat pula digunakan untuk melengkapi teknologi digital di suatu daerah dengan biaya yang cukup efisien misalnya untuk membangun jaringan internet di suatu desa atau sekolah yang terletak di daerah terpencil atau tertinggal dari teknologi digital. Selain itu sistem TVWS dapat dikembangkan sebagai sistem peringatan dini kepada masyarakat di daerah rawan bencana alam, dengan syarat sistem tersebut harus dipelihara dengan baik agar dapat bekerja dengan seharusnya.



Gambar 2. Alokasi frekuensi yang digunakan pada TVWS [2]

2. REGULASI, STANDARD DAN IMPLEMENTASI TVWS DI BEBERAPA NEGARA

Pada bagian ini dibahas regulasi yang telah dibuat oleh negara-negara di Amerika dan Eropa, standard TVWS, masalah-masalah pada TVWS dan implementasinya di beberapa negara.

2.1. Regulasi TVWS

Di Amerika, *Federal Communications Commission* (FCC) telah menentukan regulasi untuk mengoperasikan TVWS yang tidak berlisensi melalui amandemen



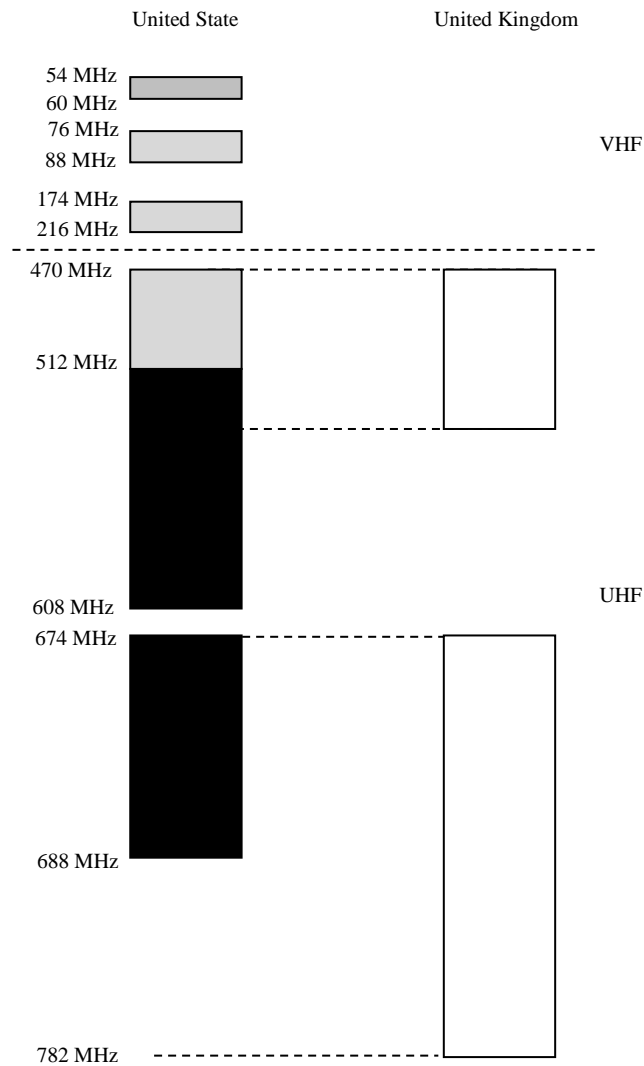
Parts 0 dan 15, Title 47 dari Code of Federal Regulations (CFR). Regulasi FCC berisi ketentuan-ketentuan untuk melindungi stasiun pemancar televisi dan mikrofon nirkabel. Namun FCC maupun para regulator sekarang ini sedang memusatkan perhatian pada permasalahan koeksistensi dari bermacam-macam WSD yang menggunakan teknologi nirkabel yang berbeda dari berbagai operator dan penyedia layanan. TVWS adalah hasil dari penelitian yang dilakukan karena adanya kebutuhan regulator untuk meningkatkan efisiensi spektrum dalam menghadapi peningkatan pengguna pada pita nirkabel [3].

Berbagai teknologi nirkabel tidak berlisensi diharapkan dapat diterapkan pada TVWS. Misalnya kelompok kerja IEEE802.22 telah mengembangkan standar untuk *Wireless Regional Area Networks (WRAN)* pada TVWS. Kelompok kerja IEEE802.11 sedang mengembangkan amandemen untuk standard 802.11 *Wireless Local Area Network (WLAN)* untuk pengoperasian TVWS. Di Eropa, *European Computer Manufacturers Association (ECMA)* telah mengembangkan standard lain ECMA-392 untuk penggunaan TVWS. Teknologi nirkabel yang bermacam-macam ini membawa isu interferensi pada lokasi geografis dengan kanal TVWS yang terbatas jumlahnya. Semakin banyak stasiun pemancar televisi yang beroperasi pada suatu daerah, semakin sedikit jumlah kanal TVWS yang dapat digunakan. Daerah perkotaan dan beberapa daerah urban di AS hanya mempunyai sedikit kanal TVWS karena beban kanal pada daerah ini sangat padat [3].

2.2. Status Regulasi TVWS

Pada pemancar televisi terrestrial digunakan dua pita frekuensi yaitu pita VHF, 30-300 MHz dan bagian bawah dari pita UHF, 300-1000 MHz. Walaupun banyak negara telah mempelajari penggunaan TVWS, sekarang ini baru ada dua negara yang mempunyai regulasi mengenai penggunaan TVWS yang tidak berlisensi yaitu Amerika Serikat (AS) dan Inggris. Pada Gambar 3 pada halaman berikut diperlihatkan spektrum TVWS pada kedua negara tersebut. FCC telah menetapkan TVWS pada pita VHF dan UHF tetapi Inggris hanya mengizinkan penggunaan pita UHF. Lebar pita kanal televisi di AS adalah 6 MHz, sementara di Inggris 8 MHz [3].

Warna abu-abu menunjukkan pita spektrum yang digunakan untuk peralatan diam di Amerika, warna hitam menunjukkan pita spektrum yang digunakan untuk peralatan diam dan portabel di Amerika Serikat dan warna putih untuk pita spektrum yang digunakan di Inggris.



Gambar 3. Spektrum TVWS di Inggris dan Amerika Serikat [3]

2.3. TVWS di Amerika Serikat

FCC telah mendefinisikan tiga mekanisme untuk melindungi pemancar televisi berlisensi terhadap interferensi dari WSD yang tidak berlisensi, yaitu a) geolokasi WSD dengan akses ke basis data dari pita televisi, b) membatasi daya pancar WSD dan c) mengoperasikan *sensing* kanal radio pengguna berlisensi.



Basis data pita televisi berisi semua pengguna berlisensi, frekuensi kerja, daerah kerja dan jadwal kerja mereka. Sebelum memancarkan sinyal pada pita televisi, WSD harus mengakses basis data pita televisi dan mendapatkan informasi geolokasi (posisi saat ini) untuk mendapatkan daftar kanal TVWS yang saat itu dapat digunakan pada lokasi tersebut. WSD yang tidak dapat mengakses basis data pita TV secara langsung dapat mengoperasikan TVWS secara tidak langsung dengan otorisasi peralatan *master*. Peralatan *master* harus dapat memperkirakan lokasi WSD dan mengakses basis data pita TV mewakili WSD. Peralatan *master* menyediakan daftar kanal TVWS yang dapat digunakan pada lokasi tersebut.

Di AS pemakaian TVWS akan digunakan untuk memonitor air kali dan sungai, kualitas air, banjir, lampu di tempat umum dari jauh. Selain itu pemakaian TVWS akan seperti penggunaan *wi-fi* dimana masyarakat dapat membeli peralatan TVWS seperti membeli peralatan *wi-fi*.

2.4. TVWS di Inggris

Office of Communications (Ofcom) - regulator telekomunikasi independen di Inggris - melaporkan bahwa mengakses basis data pita TV dengan geolokasi adalah mekanisme paling andal untuk melindungi pengguna berlisensi dalam waktu pendek dan menengah. Pada tahun 2011 *Ofcom* telah menentukan dua jenis tipe peralatan yaitu peralatan *master* dan *slave*. Peralatan *master* mengakses basis data untuk mendapatkan frekuensi yang dapat digunakan pada daerah tertentu dimana peralatan *slave* berada karena peralatan *slave* tidak dapat mengakses basis data tersebut.

2.5. TVWS di Negara Lain

Pada tahun 2003 *Communications Research Centre* di Kanada telah membuat regulasi untuk pelayanan berlisensi pada pita televisi yang disebut *Remote Rural Broadband Systems (RRBS)*. Pada awal tahun 2010 pelayanan baru ini dipasarkan di Kanada. Akhir-akhir ini regulator sedang mempertimbangkan operasi tambahan TVWS tidak berlisensi mengikuti rangka kerja teknis yang dibentuk oleh FCC.

Di Singapura, *Info Communications Development Authority (IDA)*

menyediakan paket informasi TVWS untuk memfasilitasi percobaan teknis yang telah berlangsung mulai tahun 2011 dan disebut *Cognitive Radio Venues* (CRAVE). TVWS telah digunakan oleh komunitas universitas sebagai *smart metering*, di lapangan golf sebagai pemantau keberadaan mobil pemain golf, pemantau banjir pada saluran penampungan air, untuk *wi-fi* pada bidang kelautan dan publik .

Eropa Communication Office telah mempublikasikan *ECC Report 159* tentang sistem radio *cognitive* pada TVWS pada frekuensi 470 - 790 MHz. Laporan tersebut menyebutkan bahwa perabaan spektrum (*spectrum sensing*) bila digunakan oleh sebuah WSD yang *standalone* tidak cukup andal untuk melindungi penerima televisi didekatnya. Untuk memperbaiki keandalan dapat digunakan *collaborate sensing*. Pengoperasian sebuah WSD yang menggunakan geolokasi dengan basis data pita televisi adalah pilihan yang paling baik.

2.6. Standar *Wireless* pada TVWS

Standar TVWS pertama yang dipublikasikan adalah standar internasional ECMA-392, MAC dan PHY untuk operasi pada TVWS yang dipublikasikan pada bulan Desember 2009. ECMA-392 dirancang untuk komunikasi antar peralatan personal/portabel terutama pada distribusi multimedia dalam ruangan atau rumah. Standar tersebut menunjang jaringan *mesh* maupun terpusat. Standard tersebut menggunakan OFDM PHY dengan modulasi QPSK, 16-QAM dan 64-QAM serta *Reed Solomon outer code* untuk *Forward Error Correction*. Lebar kanal 6, 7 dan 8 MHz digunakan untuk kanal-kanal TV pada tiap domain regulasi. Kecepatan data maksimum dari ECMA-392 adalah 31,64 Mb/s [3].

Pada Juli 2011 dipublikasikan standard IEEE802.22 untuk pengembangan MAC dan PHY pada TVWS untuk pelayanan *broadband* di daerah *rural*. Jangkauan yang ditunjang *layer* MAC maksimum 100 km. Standard IEEE802.22 menggunakan topologi terpusat dimana sebuah *base station* (BS) melayani sampai 512 CPE. *Radio downlink* berdasarkan *time division multiplexing* dan *uplink* berdasarkan *OFDMA* untuk menunjang transmisi yang serentak unit-unit CPE. IEEE juga mempublikasikan standard IEEE802.11 untuk pengembangan MAC, PHY untuk

WLAN dan standard IEEE802.15 untuk *Wireless Personal Area Network* (WPAN) [3].

3. ANALISIS MASALAH KOEKSISTENSI PADA TVWS

Koeksistensi terjadi bila dua atau lebih WSD menggunakan bersama suatu spektrum frekuensi. Ada enam aspek masalah koeksistensi pada TVWS yaitu:

- 1) Kemacetan spektrum pada pita tidak berlisensi karena dapat digunakan oleh tiap orang secara bebas.
- 2) Jaringan nirkabel yang tidak kompatibel pada TVWS sehingga tidak dapat berkomunikasi satu terhadap yang lainnya.
- 3) Pemasangan jaringan pada daerah yang sama akan menimbulkan interferensi satu terhadap yang lainnya.
- 4) Unjuk kerja spektral dari WSD yang kurang baik dapat menyebabkan pita frekuensi yang digunakan melebihi dari yang seharusnya sehingga mengganggu pita frekuensi jaringan di sebelahnya.
- 5) Perbedaan kepekaan penerima dimana penerima dengan kepekaan tinggi yaitu pada peralatan dengan daerah cakupan yang luas dapat terganggu oleh interferensi pada tingkat tertentu sedangkan penerima dengan kepekaan rendah tidak merasa terganggu.
- 6) Jumlah kanal TVWS yang dapat digunakan pada daerah padat sangat terbatas [3].

Mekanisme koeksistensi dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan tingkat kerjasama antara jaringan yang ada yaitu mekanisme non-kolaboratif dan mekanisme kolaboratif. Kolaborasi mengacu pada komunikasi dan kerjasama antara pengguna spektrum dan jaringan yang berinterferensi. Berbagai mekanisme koeksistensi:

- 1) Mekanisme koeksistensi non-kolaboratif yang terkenal adalah *dynamic frequency selection* (DFS) dan *dynamic channel selection* (DCS). DFS memungkinkan sistem menggunakan bersama spektrum dengan sistem yang dilindungi oleh regulasi seperti sistem radar, sistem satelit, sistem pemancar TV dan lainnya. Konsep DFS adalah mendeteksi peralatan berlisensi pada kanal kerja dan bila terdeteksi akan mengalihkan frekuensi ke kanal lain. Prinsip DCS adalah memungkinkan sistem berbagi spektrum untuk memilih kanal terbaik yaitu kanal dengan tingkat

interferensi terkecil berdasarkan pengukuran kanal. Sebuah kanal dianggap sebagai kanal yang tidak dapat digunakan bila telah melewati batas *bit error rate* (*BER*) yang diterima. Dalam hal ini ada dua pilihan yaitu pindah ke kanal baru atau menggunakan modulasi yang lebih baik dan pengkodean yang lebih handal. DFS mendeteksi dan memindahkan frekuensi kerja sementara DCS memilih frekuensi terbaik dari semua yang dapat digunakan.

- 2) *Listen before talk* (LBT) adalah sebuah mekanisme yang efektif untuk pemakaian bersama spektrum antar sistem-sistem 802.11 yang menggunakan modulasi yang berbeda. Konsepnya adalah sebelum mengirimkan sinyal pada kanal yang digunakan bersama, pemancar memeriksa apakah kanal tersebut sedang digunakan dengan menggunakan pemeriksa *clear channel assessment* (CCA). Selama waktu pemeriksaan, energi pada kanal diukur dan dibandingkan dengan *energy detection threshold* (EDT). Bila energinya melebihi batas yang ditentukan, pemancar harus menunda pengiriman sinyal sampai waktu yang tidak tertentu. LBT membatasi waktu pancar dari pemancar yang bersebelahan untuk memberi kesempatan bagi pemancar lain bekerja.
- 3) Memodifikasi EDT juga merupakan mekanisme koeksistensi bebas yang mempengaruhi unjuk kerja CSMA dan LBT. Bila EDT ditingkatkan maka akan didapat lebih banyak kanal “*clear*” karena paket-paket energi rendah pada kanal tidak terdeteksi sehingga tersedia waktu yang lebih banyak untuk transmisi. Meningkatkan EDT secara tidak langsung mempengaruhi kenaikan interferensi ke jaringan yang bersebelahan karena mengijinkan tranmisi sinyal ke jaringan pada waktu jaringan yang bersebelahan sedang mengirim paket-paket dengan tingkat energi di bawah batas EDT.
- 4) Penggunaan beberapa antena *directional* atau antena *directional* yang dapat diatur untuk pengiriman sinyal dapat menurunkan tingkat interferensi bila dibanding dengan penggunaan antena *omnidirectional*. Mekanisme pembagian ruang, dapat dipakai secara bebas untuk menurunkan interferensi antar jaringan.
- 5) Mekanisme kolaboratif mengijinkan pemakaian bersama kanal untuk peningkatan koeksistensi di masa depan. Parameter kerja perlu disetujui agar

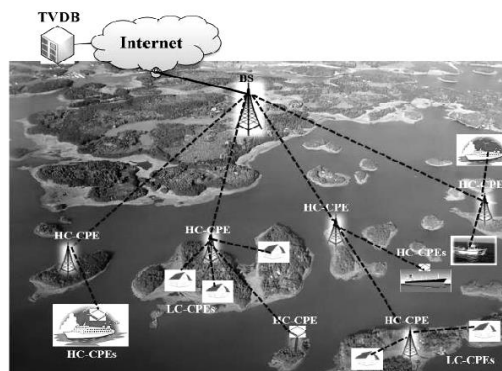
spektrum dapat digunakan bersama oleh jaringan. Mekanisme kolaboratif meningkatkan *throughput* pada semua jaringan pada spektrum bersama.

Mekanisme kolaboratif tergantung dari kemampuan untuk bertukar informasi antar jaringan yang berbeda seperti informasi tentang karakteristik jaringan dan beban trafik. Informasi ini digunakan bersama untuk menegosiasikan pemisahan kanal yang digunakan bersama [3].

4. MASA DEPAN TVWS DI INDONESIA

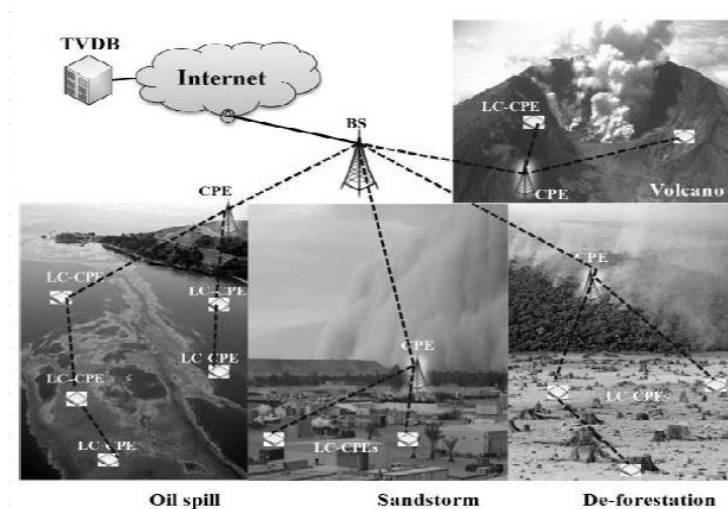
Dengan ditetapkannya penggunaan siaran televisi digital di Indonesia oleh pemerintah, maka penggunaan TVWS dimungkinkan baik pada daerah perkotaan maupun pinggiran. Aplikasi TVWS pada daerah perkotaan, pinggiran maupun daerah yang kurang berkembang tentu sangat bervariasi. Di daerah perkotaan penggunaan TVWS mungkin sangat terbatas karena terdapat banyak stasiun televisi. Di masa depan TVWS dapat digunakan untuk pengembangan telekomunikasi nirkabel untuk akses pita lebar seperti internet maupun telepon pintar. Penggunaan lainnya adalah sebagai sistem pemantau lalu lintas, sistem *metering* misalnya untuk mencatat penggunaan listrik rumah tangga, sistem *smart city* misalnya untuk memantau kejadian di jalan raya.

Karena Indonesia adalah negara kepulauan, maka sistem TVWS ini dapat digunakan untuk akses pita lebar lepas pantai yaitu untuk sistem telekomunikasi di pulau-pulau kecil maupun pada kapal laut yang berada di dekat pantai seperti diperlihatkan pada Gambar 5 [4].



Gambar 5. Akses pita lebar di lepas pantai

Di daerah pedalaman, TVWS dapat digunakan untuk memantau lingkungan hidup seperti daerah gunung berapi, hutan, pengeboran minyak lepas pantai seperti diperlihatkan pada Gambar 6 [4]. Dengan menggunakan bermacam-macam sensor maka sistem dengan TVWS dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini bagi daerah yang sering tertimpa bencana alam seperti banjir, gempa bumi, gunung berapi, tsunami dan lain-lain.

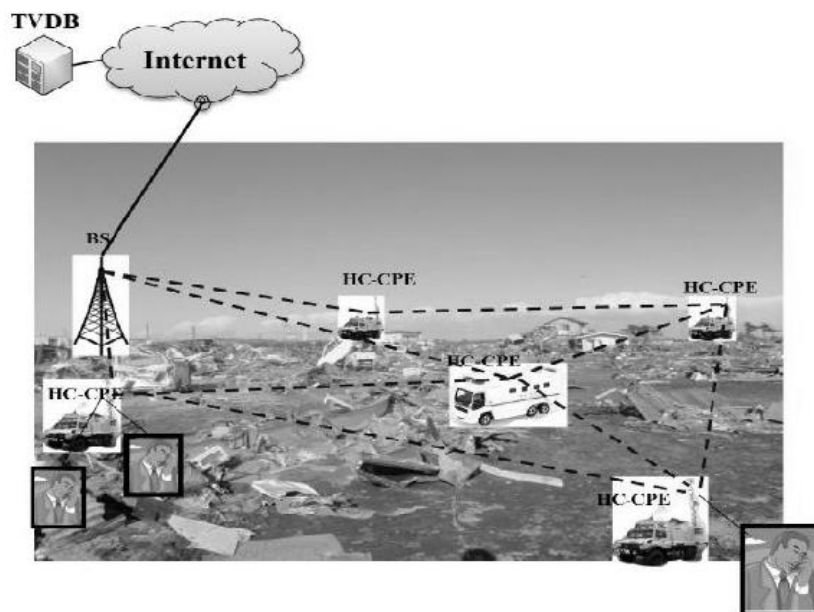


Gambar 6. Pemantauan lingkungan hidup

Sistem TVWS dapat digunakan sebagai sarana komunikasi antar lokasi pada suatu daerah bencana sehingga dapat dilakukan koordinasi pada daerah tersebut dan kondisi daerah yang tertimpa bencana tersebut dapat diinformasikan kepada masyarakat. Akhir-akhir ini banyak terjadi bencana alam seperti banjir, tanah longsor, gempa bumi dan letusan gunung berapi di Indonesia. Pemanfaatan TVWS di daerah bencana dapat mempercepat bantuan kepada masyarakat yang tertimpa bencana alam sehingga dapat mempercepat pembangunan kembali daerah yang tertimpa bencana tersebut. Gambar 7 pada halaman berikut dapat dilihat pemanfaatan TVWS pada daerah bencana dimana komunikasi antar tempat di daerah tersebut menggunakan spektrum TVWS [4].

Konsep *Universal Service Obligation* (USO) merupakan kebijakan pemerintah Indonesia dalam memanfaatkan TVWS untuk pelayanan telekomunikasi bagi seluruh masyarakat. Konsep USO yang diterjemahkan kedalam bahasa

Indonesia sebagai Kewajiban Pelayanan Universal (KPU) Telekomunikasi, pada dasarnya merujuk pada kewajiban pemerintah untuk menjamin tersedianya pelayanan publik bagi setiap warga Negara. Penyediaan jasa akses telekomunikasi dan informatika KPU/USO di Wilayah Pelayanan Universal Telekomunikasi (WPUT) yaitu di daerah tertinggal, daerah terpencil, daerah perintisan, daerah perbatasan, dan daerah yang tidak layak secara ekonomis serta wilayah yang belum terjangkau akses dan layanan telekomunikasi [5].



Gambar 7. Pemanfaatan TVWS di daerah bencana

Tujuan program USO adalah mengatasi kesenjangan digital yaitu menyetarakan dalam mengakses teknologi informasi dan komunikasi melalui telepon dan akses internet; menunjang dan mendukung kegiatan perekonomian, memantapkan pertahanan dan keamanan serta mencerdaskan kehidupan bangsa; pemenuhan komitmen Indonesia di *World Summit Information Society* (WSIS) [5].

5. KESIMPULAN

1. TVWS mulai dikembangkan oleh berbagai negara karena keperluan penggunaan spektrum frekuensi yang semakin meningkat dengan berkembangnya teknologi komunikasi nirkabel.

2. Koeksistensi pada TVWS dapat menimbulkan banyak masalah antara lain interferensi antar jaringan dan kemacetan pada spektrum frekuensi.
3. Mekanisme koeksistensi pada TVWS antara lain mekanisme kolaboratif dan non-kolaboratif, mekanisme *Listen Before Talk* atau menggunakan antena *directional* digunakan untuk mengurangi maupun menghilangkan masalah yang ada.
4. Penggunaan TVWS pada daerah perkotaan di Indonesia adalah untuk memenuhi kebutuhan spektrum frekuensi dari komunikasi nirkabel akses pita lebar seperti jaringan *wi-fi*, internet dan telepon pintar.
5. Penggunaan TVWS di masa depan sangat bervariasi karena dapat digunakan untuk kepentingan umum seperti sistem peringatan dini pada daerah bencana, pemantau banjir, pemasyarakatan internet di daerah tertinggal atau terpencil dengan adanya konsep USO dari pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alex Lane. "What is TV White Space? Broadband in the gaps between freeview." Internet: http://recombu.com/digital/news/what-is-tv-white-space_M11092.html, 23 Nov 2012 [20 Jan 2014].
- [2]. Telcom Cloud. "White Space-Spectrum, Database & Ecosystem." Internet: www.telecom-cloud.net/whitespace-spectrum-database-ecosystem/, 9 April 2013 [17 Jan 2014].
- [3]. Tuncer Baykas, Mika Kasslin, Mark Cummings, Hyunduk Kang, Joe Kwak, Richard Paine, Alex Reznik, Rashid Saeed, and Stephen J. Shellhammer. "Developing a Standard for TV White Space Coexistence: Technical Challenges and Solution Approaches". *IEEE Wireless Communications*, Vol. 19, No. 7, February 2012.
- [4]. Michael Sunggiardi. "TVWS Teknologi Akses Internet Melalui Kanal Televisi".
- [5]. Yulis Widyo Marfiah. "TV White Space Untuk USO" BPPPTI - Kementerian Komunikasi Dan Informatika, Jakarta, 2013.